

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Информационно-измерительной техники

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹⁶

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника измерительных устройств»

Уровень подготовки
высшее образование – бакалавриат
направление подготовки
12.03.01 Приборостроение

Профиль Информационно-измерительная техника и технологии

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная, заочная

Уфа 2015

Исполнитель: доцент Т.В.Мирина

Заведующий кафедрой: В.Х. Ясовеев

¹⁶ Аннотация рабочей программы дисциплины отражает краткое содержание рабочей программы дисциплины, являющейся неотъемлемой частью основной профессиональной образовательной программы.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "03" сентября 2015 г. № 959.

Дисциплина «Электроника измерительных устройств» является дисциплиной базовой части.

Целью освоения дисциплины является: формирование у студентов профессиональных знаний и навыков в области построения электронных аналоговых и цифровых устройств, предназначенных для измерения, преобразования и передачи данных с целью последующего ввода в ЭВМ, на основе современных дискретных электронных аналоговых и цифровых компонентов, а также типовых функциональных узлов; усвоение основ теории их функционирования; методов расчета типовых узлов; методов проектирования основных типов устройств.

Задачи:

- изучение студентами многообразия элементной базы, из которой состоят современные аналоговые и цифровые устройства, и тенденций ее развития;
- освоение студентами методов выбора необходимых микросхем в соответствии с поставленным техническим заданием;
- приобретение навыков работы со справочной литературой;
- изучение студентами схмотехнических приемов при построении различных электронно-измерительных устройств;
- приобретение студентами первичных навыков сборки простейших функциональных узлов и умений измерять полученные характеристики, используя измерительное оборудование;
- приобретение студентами первичных навыков и умений по разработке и проектированию измерительных приборов и устройств;
- приобретение навыков оформления текстовой и графической документации в соответствии с нормативными документами и ЕСКД.

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способность к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем	ПК-4		используя набор дискретных компонентов проводить макетирование электрических схем, правильно подключив к ней источники входного сигнала, напряжения питания, измерительные приборы; использовать современное оборудование для измерения электрических характеристик схем.	навыками пайки и настройки электрических схем; работы с соответствующими приборами и оборудованием для экспериментальных исследований; типовыми пакетами прикладных программ, применяемых при моделировании и проектировании устройств
2	способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим	ПК-5	современную дискретную аналоговую и цифровую элементную базу а также серийно выпускаемые ИМС;	использовать справочный материал и специализированную литературу по выбору элементной базы; разрабатывать и	методами расчета базовых функциональных узлов; методами проектирования и

	заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях		принципы построения и работы типовых функциональных узлов для устройств усиления, преобразования аналоговых сигналов; принципы построения и работы цифровых устройств, а также особенности выбора элементной базы; методы расчета и проектирования аналоговых и цифровых функциональных узлов.	рассчитывать основные узлы устройств, применительно к конкретной поставленной задаче; проектировать электронные устройства в соответствии с требованиями технического задания.	оформление технической документации в соответствии с ГОСТами и ЕСКД.
--	---	--	--	--	--

Содержание разделов дисциплины

№	Наименование и содержание разделов
1	Пассивные компоненты электронных устройств: резисторы; терморезисторы; варисторы; негисторы; позисторы; конденсаторы; варикапы, вариконды; катушки индуктивности; трансформаторы электронной аппаратуры; сигнальные трансформаторы; импульсные трансформаторы; безобмоточные трансформаторы; кварцевые резонаторы.
2	Полупроводниковые компоненты электронных цепей (схемы усилителей на их основе): электрические переходы; особенности реальных р – п – переходов; симметричный и несимметричный переходы; смещение перехода в прямом и обратном направлениях полупроводниковые диоды; импульсные диоды; диод Шоттки; полупроводниковые стабилитроны; варикапы; стабилитроны, туннельные диоды, обращенные диоды, диоды для генерирования шумов, сверхвысокочастотные диоды, магнитодиоды, диоды Ганна; динисторы; тиристоры; симисторы; биполярные транзисторы; режимы работы биполярных транзисторов (насыщения, активный, инверсный, отсечки) схемы включения биполярных транзисторов (ОЭ, ОК, ОБ); ВАХ биполярных транзисторов; биполярные транзисторы с инжекционным питанием; полевые транзисторы с управляющим р-п переходом; МДП с индуцированным и встроенным каналом; схемы включения ОС и ОИ; МДП- структуры специального назначения; МОП-структуры с плавающим затвором и лавинной инжекцией в режиме записи и стирания; лавинно-инжекционные МОП-структуры с двумя затворами
3	Компоненты оптоэлектроники: общие сведения о компонентах оптоэлектроники; фотосопротивления; фотодиоды; фотоэлементы; биполярные фототранзисторы; полевые фототранзисторы; фототиристоры; оптроны; резисторные оптопары; диодные оптопары; транзисторные оптопары; оптоэлектронные интегральные микросхемы; газоразрядные, вакуумные и полупроводниковые приборы для отображения информации.
4	Усилители электрического сигнала в интегральном исполнении: операционные усилители; параметры и характеристики операционных усилителей; понятие ОС; коэффициенте ОС; петлевом усилении; глубине ОС; построение ЛАЧХ; особенности включения и свойства операционных усилителей, охваченных обратной связью; основные схемы включения ОУ: инвертирующее включение ОУ; сумматор напряжения на ОУ; Неинвертирующее включение ОУ; повторитель напряжения; усилитель переменного напряжения; вычитающее устройство на ОУ; схема измерительного усилителя на 3 ОУ с дифференциальным входом; фильтры электрических сигналов.
5	Основы цифровой электроники: Базовые понятия цифровой электроники; аналог или цифра; уровни представления цифровых устройств; входы и выходы цифровых микросхем; микросхемы и их функционирование; основные обозначения, используемые в схемах; серии цифровых микросхем; корпуса цифровых микросхем; двоичное кодирование; функции цифровых устройств; параметры логических элементов (статические, динамические).
6	Логические элементы и их применение: простейшие логические элементы; инверторы; повторители и буферы; элементы И, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ; элемент исключающее ИЛИ; триггеры Шмитта; сложные логические элементы.
7	Комбинационные микросхемы и их применение: дешифраторы; шифраторы; мультиплексоры; демультиплексоры; компараторы кодов; одновибраторы; генераторы.
8	Триггеры: принцип работы и разновидности триггеров: RS, JK; D, T, DV; асинхронные; синхронные; двухступенчатые; динамические; взаимное преобразование триггеров; приоритетные триггеры; MS-триггеры.
9	Регистры: параллельные регистры, последовательные регистры; сдвигающие регистры с параллельным вводом-выводом информации; реверсивные сдвигающие регистры; кольцевые сдвигающие регистры; регистры хранения.
10	Счетчики: счетчики, общие сведения; асинхронные счетчики; синхронные счетчики; синхронные счетчики с

	асинхронным переносом.
11	ИМС усилителей электрического сигналов: измерительные усилители (определение, классификация ОУ, обозначения в схемах в соответствии с ЕСКД). Основные понятия и обозначения. Характеристики преобразования (АЧХ, ФЧХ, амплитудная и переходная характеристика). Время нарастания, время установления и время восстановления. Понятия ОС. ПОС, ООС. Понятие о коэффициенте ОС, петлевом усилении, глубине ОС. Требования к ОУ. Основные схемы включения ОУ: Инвертирующее включение ОУ Инвертирующее включение ОУ с Т-образным включением резисторов обратной связи. Неинвертирующее включение ОУ. Повторитель напряжения. Широкополосные измерительные усилители: Измерительный усилитель на одном ОУ. Многовходовой сумматор – вычитатель. Измерительный усилитель на двух ОУ. Измерительный усилитель на трех ОУ. Типы операционных усилителей (усилители общего назначения, быстродействующие усилители, прецизионные усилители, микромощные усилители, программируемый ОУ, Мощные и высоковольтные операционные усилители. ОУ для портативных устройств (особенности принцип получения передаточной функции, схемы включения ОУ в зависимости от передаточной функции: $U_{вых} = \pm m U_{вх} \pm b$. Комбинированные устройства. ОУ с периодической компенсацией дрейфа нуля. Функциональные устройства на ОУ (схема масштабирования, измерительная система на инструментальном усилителе AD8555 с мостовыми тензодатчиками). Усилители с цифровым управлением. Программируемые усилители.
12	Усилители с гальванической развязкой: Усилители с гальванической развязкой цепей (блок-схема). Изолирующие усилители с тремя видами связи: трансформаторная, оптическая и емкостная. Гальваническая развязка с линейной оптопарой PS8741 (Nec electronics) в изолирующем усилителе. Схема реализации линейного изолирующего усилителя на PS8741. схема реализации линейного изолирующего усилителя на PS8741 для переменного тока. Изолирующий усилитель с емкостной связью.
13	Высокочастотные усилители: Высокочастотные усилители особенности работы на высоких частотах. Схемы включения транзисторов: с общим эмиттером (схеме Дарлингтона); с общим коллектором (эмиттерный повторитель) с общей базой. Сравнительная таблица схем с ОЭ, с ОК, с ОБ. Двухканальный широкополосный усилитель. Типовые схемы включения ОУ в качестве ВЧ-усилителей: неинвертирующая, инвертирующая. Особенности применения ОУ в ВЧ цепях.
14	Шумы и методы снижения шумов: Шумы. Понятия внутренний и внешний шум. Джонсоновский шум; дробовый шум; фликкер-шум. Среднеквадратичная плотность напряжения шума, отношение сигнал/шум, коэффициент шума. Понятие наводки. Задачи экранирования. Принцип надлежащего заземления (пример разводки схемы). Способы снижения шумов (структуры компрессора, экспандера).
15	Пассивные и активные фильтры на ОУ: Назначение фильтров, классификация фильтров по четырем признакам. Пассивные фильтры. Активные фильтры низких частот (Баттерворта, Чебышева, инверсный Чебышева, эллиптический (Кауэра), Бесселя. Сравнение АЧХ активных ФНЧ четвертого порядка. Исходные данные для расчета фильтров. Схемы активных фильтров ФНЧ первого порядка (схемы: инвертирующая, неинвертирующая, передаточная функция фильтров коэффициент передачи, частота среза). Схемы активных фильтров ФНЧ 2-го порядка (структуры Саллена-Кея, Рауха коэф. передачи, частота среза, свойства, достоинства, недостатки. Схемы активных фильтров ФВЧ первого порядка (схемы: инвертирующая, неинвертирующая, передаточная фун-я фильтров коэф. передачи, частота среза). Схемы активных фильтров ФВЧ второго порядка (структуры Саллена-Кея, Рауха коэф. передачи, частота среза свойства, достоинства, недостатки. Полосно-пропускающий фильтр (ФПП) первого порядка с вещественными полосами (схема, АЧХ, перед. функция частоты среза коэффициент усиления). Фазовый фильтр (ФФ) первого порядка (принцип работы, передаточная функция, фазовый сдвиг, коэффициент усиления). Понятия о фильтрах на основе метода переменных состояний. Фильтры на коммутируемых (переключаемых) конденсаторах (объяснение метода с помощью простейшей структуры, преимущества и недостатки). Упрощенная схема интегратора с применением коммутируемого конденсатора (схема, передаточная функция, частотная характеристика, выходное напряжение, постоянная времени).
16	Генераторы сигналов: Генераторы сигналов (опр-е, требования к тех. характеристикам, классификация автогенераторов). «Мягкий» и «жесткий» режимы возбуждения генераторов. Генераторы синусоидальных колебаний с мостом Вина. RC-генератор с лестничной потенциально-токовой RC-цепью. Релаксационные генераторы (инвертирующая и неинвертирующая схемы). Мультивибратор на ОУ. Генераторы, управляемые электрическим напряжением. Схема преобразователя напряжение частота. Генератор колебаний прямоугольной и треугольной форм. Функциональные генераторы.
17	Таймеры: Таймеры (определение, классификация). Структурные схемы одноконтного и многоконтного таймера, принцип работы. Специализируемые и программируемые таймеры. Одновибратор на одноконтном таймере КР1006ВИ1 (NE555) (определение, (структурная схема таймера, схема включения микросхемы, временная диаграмма работы), принцип работы, формулы. Одновибраторы, запускаемые включением напряжения питания (схемы, принцип работы). Мультивибратор на основе интегрального таймера К1006ВИ1 (определение, структурная схема таймера, схема включения микросхемы, временная диаграмма работы, принцип работы, формулы, основные недостатки).
18	Интеграторы и дифференциаторы сигналов: Интегратор (определение, основные схемы интеграторов: пассивный RC-интегратор; интегратор на ОУ; АЧХ интегратора на ОУ) принцип работы, формулы, недостатки. Передаточная функция, диапазон рабочих частот,

	входное сопротивление, скорость дрейфа выходного напряжения, выходное напряжение смещения. Интегрирование суммы нескольких входных сигналов; интегрирование разности двух сигналов (ограничения). Рекомендации по выбору элементов (ОУ и конденсаторов). Интегрирующие усилители на основе ИМС. Дифференциатор (определение, основные схемы дифференциаторов: пассивная дифференцирующая RC - цепь; дифференциатор на ОУ; АЧХ дифференциатора на ОУ) принцип работы, формулы, недостатки. Передаточная функция, диапазон рабочих частот, входной импеданс, выходное напряжение смещения. Дифференцирование суммы нескольких входных сигналов; дифференцирование разности двух сигналов (ограничения). Рекомендации по выбору элементов (ОУ и конденсаторов).
19	Преобразователи тока в напряжения и напряжения в ток: Преобразователь тока в напряжение (ПТН) на одном операционном усилителе (схема, коэффициент преобразования, входное сопротивление, пределы измеряемых токов). Погрешности смещения, погрешности коэффициента усиления. Применение Т-образной связи в ПТН Частотная характеристика, шум, помехи. Преобразователь напряжения в ток (ПНТ) на одном ОУ (схемы: инвертирующая и неинвертирующая; коэффициенты преобразования, входное сопротивление, выходное сопротивление, выходной ток смещения, максимальный выходной ток). ПНТ с дифференциальным входом (выходной ток, выходное сопротивление, коэффициент преобразования синфазного напряжения, общий коэффициент ослабления синфазного сигнала, выходной ток смещения). ПНТ с увеличением размаха напряжения на нагрузке. Интегральные микросхемы ПНТ.
20	Устройства для точного перемножения/деления электрических сигналов: Перемножители (определение, понятия: четырехквadrантный, двухквadrантный, одноквadrантный перемножитель). Три способа умножения (косвенное, квазиумножение и прямое умножение). Параболический перемножитель (двучленный, трехчленный). Структурная схема параболического перемножителя с суммированием (принцип работы, достоинства, недостатки). Логарифмический перемножитель. (Структурная схема, принципиальная схема одноквadrантного логарифмического перемножителя/делителя принцип работы, достоинства, недостатки). Перемножители на основе амплитудно-широко импульсной модуляции упрощенная структурная схема, диаграмма напряжений, принцип работы, достоинства, недостатки. Универсальный аналоговый перемножитель сигналов (структурная схема УАПС схема включения УАПС в режиме перемножения двух сигналов). Основные параметры АПС (погрешность перемножения, нелинейность перемножения, остаточное напряжение по входам, динамические параметры полоса пропускания, скорость нарастания, время установления и время восстановления выходного напряжения).
21	Компараторы напряжения: Компараторы (определение, условное графическое изображение, выходное напряжение, внутренняя структура, отличия от ОУ). Параметры компараторов: чувствительность; гистерезис (схема компаратора с ПОС, передаточная характеристика: идеальная, реальная, формулы для нахождения напряжений переключения, ширина петли гистерезиса); время переключения; напряжение перевозбуждения; напряжение смещения нуля; температурно-временной дрейф; зона неопределенности; диапазон синфазных сигналов; коэффициент ослабления синфазного сигнала; диапазон дифференциальных сигналов; выходное напряжение лог.0 и лог.1; значение входных сопротивлений: дифференциального, синфазного; общие технические параметры. Методы повышения помехоустойчивости компараторов напряжения, стробирующий компаратор с памятью и его особенности. Детектор нулевого уровня (схема, диаграмма, принцип работы). Компаратор на основе ОУ (особенности работы, схема включения ОУ компаратором, принцип работы, формулы). Однопороговый и двухпороговые компараторы.
22	Пиковые детекторы: Пиковые детекторы (пиковый детектор максимумов, минимумов принцип работы, режим слежения, хранения). Двухкаскадный пиковый детектор на ОУ (схема, принцип работы, рекомендации по выбору элементов). Инвертирующий пиковый детектор (схема, принцип работы). Пиковый детектор абсолютного значения. Пиковый детектор с общей обратной связью: инвертирующая, неинвертирующая схемы, и схема с дифференциальным входом. Многовходовой пиковый детектор. Рекомендации по выбору элементов (конденсаторов, ОУ, диодов). Пиковые детекторы на базе микросхем (пиковый детектор на основе УВХ; пиковый детектор на основе ЦАП).
23	Нелинейные преобразователи электрического сигнала: Логарифмические и экспоненциальные преобразователи. Выпрямители электрического сигнала.

Подробное содержание дисциплины, структура учебных занятий, трудоемкость изучения дисциплины, входные и исходящие компетенции, уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенций, учебно-методическое, информационное, материально-техническое обеспечение учебного процесса изложены в рабочей программе дисциплины.